

УДК 621.791.92:621.793.09

Е. П. Николаева¹, Н. Н. Соболева^{2*}, А. В. Макаров^{1,2}

¹ Институт физики металлов им. М. Н. Михеева УрО РАН, г. Екатеринбург

² Институт машиноведения УрО РАН, г. Екатеринбург

*natashasoboleva@list.ru

ВЛИЯНИЕ ФРИКЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ ИНДЕНТОРОМ ИЗ DBN НА МИКРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТИ NiCrBSi–Cr₃C₂ ПОКРЫТИЯ

В работе приведен сравнительный анализ характеристик NiCrBSi–Cr₃C₂ покрытия после шлифовки и фрикционной обработки индентором из кубического нитрида бора при нагрузках 300–700 Н. Установлено наибольшее упрочнение поверхности после фрикционной обработки при нагрузке 700 Н, однако в результате обработки по такому режиму наблюдается разрушение карбидов Cr₃C₂ на поверхности покрытия.

Ключевые слова: лазерная наплавка, NiCrBSi, карбид хрома Cr₃C₂, композиционное покрытие, фрикционная обработка, шероховатость поверхности, микротвердость

E. P. Nikolaeva, N. N. Soboleva, A. V. Makarov

INFLUENCE OF FRICTIONAL TREATMENT WITH A DBN INDENTER ON MICROMECHANICAL CHARACTERISTICS AND SURFACE QUALITY OF THE NiCrBSi–Cr₃C₂ COATING

The paper presents a comparative analysis of the characteristics of the NiCrBSi–Cr₃C₂ coating after grinding and frictional treatment with a cubic boron nitride indenter at loads of 300–700 N. The surface hardening is highest after treatment at a load of 700 N, however, the Cr₃C₂ destruction is observed.

Key words: laser cladding, NiCrBSi, chromium carbide Cr₃C₂, composite coating, frictional treatment, surface roughness, hardness

В современном машиностроении для продления срока службы изделий широкое применение находят восстановительные и упроч-

няющие покрытия, которые возможно получить с помощью лазерной наплавки [1].

Композиционные материалы, состоящие из металлической основы и упрочняющих карбидов, сочетают в себе достоинства всех компонентов и демонстрируют высокую и стабильную износостойкость в широком диапазоне условий абразивного воздействия [2]. Композиционные покрытия, сформированные из смеси порошков системы NiCrBSi и карбидов Cr_3C_2 , способны эффективно сопротивляться износу, коррозии и окислению при высоких температурах и благодаря этому могут использоваться в авиационной и других высокотехнологичных отраслях промышленности [3; 4].

Одним из эффективных методов поверхностного пластического деформирования NiCrBSi покрытий является фрикционная обработка скользящими инденторами [5]. Фрикционная обработка может применяться как способ наноструктурирования высокопрочных и труднодеформируемых металлических материалов, обеспечивая при этом высокую чистоту обработки поверхности [6; 7].

Целью работы являлось изучение возможности улучшения характеристик поверхности композиционного покрытия NiCrBSi– Cr_3C_2 , сформированного газопорошковой лазерной наплавкой, в результате проведения фрикционной обработки.

По результатам измерения микротвердости установлено, что фрикционная обработка индентором из мелкодисперсного кубического нитрида бора DBN на воздухе при нагрузках на индентор 350–700 Н приводит к повышению средней микротвердости NiCrBSi– Cr_3C_2 покрытия по сравнению с микротвердостью покрытия в шлифованном состоянии. После фрикционной обработки растут также значения твердости вдавливания при максимальной нагрузке и твердости по Мартенсу, измеренные при инструментальном микроиндентировании. При этом наибольшее упрочнение поверхности достигается после обработке при нагрузке 700 Н.

Анализ профилей поверхностей покрытия показал, что после фрикционной обработки при нагрузках 350–500 Н наблюдаются меньшие значения параметров шероховатости, чем после фрикционной обработки при нагрузке 700 Н или шлифовки.

При изучении 3D профилей поверхностей выявлено, что фрикционная обработка при нагрузке 700 Н приводит к удалению отдельных крупных карбидов хрома, в то время как после фрикционной обработки

при нагрузке 350 Н на поверхности сохраняются крупные высокопрочные карбиды хрома Cr_3C_2 , присутствовавшие в структуре покрытия [8].

Таким образом, для композиционного $\text{NiCrBSi}-\text{Cr}_3\text{C}_2$ покрытия при проведении фрикционной обработки индентором из DBN на воздухе предпочтительным является использование нагрузок на индентор, обеспечивающих сохранение на поверхности высокопрочных карбидов хрома, даже если при этом не достигается максимальное деформационное упрочнение поверхностного слоя.

Работа выполнена по гранту МК-391.2019.8 при финансовой поддержке фонда Президента РФ и в рамках государственных заданий ИМАШ УрО РАН по теме № АААА-А18–118020790147–4 и ИФМ УрО РАН по темам № АААА-А18–118020190116–6 и «Лазер». Экспериментальные исследования выполнены на оборудовании ЦКП «Пластометрия» ИМАШ УрО РАН.

Литература

1. Григорьянц А. Г., Шиганов И. Н., Мисюров А. И. Технологические процессы лазерной обработки: учебное пособие для вузов. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. 664 с.
2. Структура и абразивная износостойкость композитов тугоплавких карбид — металлическая матрица / Г. А. Прибытков [и др.] // Физическая мезомеханика. 2004. № 7. С. 419–422.
3. Advanced chromium carbide-based hardfacings / A. Zikin [et al.] // Surface and coatings technology. 2012. V. 206. P. 4270–4279.
4. High temperature corrosion studies of cermet particle reinforced NiCrBSi hardfacings / H. Rojacz [et al.] // Surface and coatings technology. 2013. V. 206. P. 90–96.
5. Соболева Н. Н., Макаров А. В., Малыгина И. Ю. Упрочняющая фрикционная обработка NiCrBSi лазерного покрытия // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). 2013. № 4 (61). С. 79–85.
6. Повышение износостойкости закаленной конструкционной стали наноструктурирующей фрикционной обработкой / А. В. Макаров [и др.] // Трение и износ. 2012. Т. 33. № 6. С. 587–598.
7. Повышение трибологических свойств аустенитной стали 12X18H10Т наноструктурирующей фрикционной обработкой / А. В. Макаров [и др.] // Обработка металлов: технология, оборудование, инструменты. 2015. № 4 (69). С. 80–92.
8. Eddy-current testing of fatigue degradation upon contact fatigue loading of gas powder laser clad $\text{NiCrBSi}-\text{Cr}_3\text{C}_2$ composite coating / R. A. Savrai [et al.] // AIP Conference Proceedings. 2017. V. 1915. № 040049. 4 p.